

PAT-NO: JP02003006814A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2003006814 A

TITLE: THIN FILM PERPENDICULAR MAGNETIC HEAD

PUBN-DATE: January 10, 2003

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
AWANE, AKIRA	N/A
FUKAZAWA, TOSHIO	N/A
SAKAGUCHI, MASAYA	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD	N/A

APPL-NO: JP2001188645

APPL-DATE: June 21, 2001

INT-CL (IPC): G11B005/31, G11B005/39

ABSTRACT:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a thin film perpendicular magnetic head in which the strong recording magnetic field is obtained and which can achieve high recording efficiency and high recording density by efficiently concentrating the magnetic flux generated in a magnetic pole coil into the tip of a magnetic pole.

**SOLUTION:** A recording head section 6 of the thin film perpendicular magnetic head comprises a lower magnetic pole consisting of a common shielding layer 4, a top magnetic pole 1 which faces the lower magnetic pole through a record gap layer 5 at a front gap section 7 and contacts the lower magnetic pole at a back gap section, the magnetic pole tip 3 which contacts the top magnetic pole 1 partly and which faces the lower magnetic pole through the recording gap layer 5, and a magnetic pole coil 2 spirally wound so as to surround the top magnetic pole 1 through an insulating material and wound so that a part of the coil goes around in a recording gap layer 5 sandwiched by the magnetic pole tip 3 and the lower magnetic pole.

**COPYRIGHT: (C)2003,JPO**

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-6814

(P2003-6814A)

(43)公開日 平成15年1月10日 (2003.1.10)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

G 11 B 5/31

識別記号

F I

テ-73-ト(参考)

G 11 B 5/31

F 5 D 0 3 3

A 5 D 0 3 4

C

D

5/39

5/39

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全8頁)

(21)出願番号

特願2001-188645(P2001-188645)

(22)出願日

平成13年6月21日 (2001.6.21)

(71)出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72)発明者 阿波根 明

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72)発明者 深澤 利雄

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(74)代理人 110000040

特許業務法人池内・佐藤アンドパートナー  
ズ

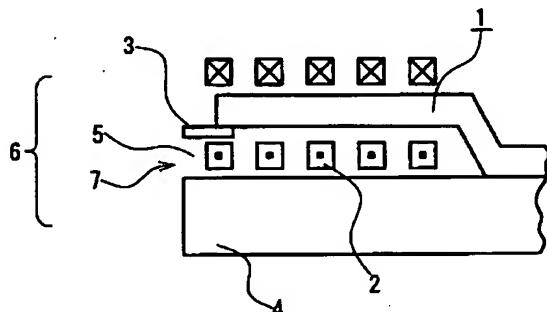
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 薄膜垂直磁気ヘッド

(57)【要約】

【課題】 磁極コイルに発生した磁束を効率良く磁極の先端に集中させることにより、強い記録磁界が得られ、高記録効率、高記録密度を実現することのできる薄膜垂直磁気ヘッドを提供する。

【解決手段】 薄膜垂直磁気ヘッドの記録ヘッド部6を、共通シールド層4からなる下部磁極と、フロントギャップ部7において記録ギャップ層5を介して前記下部磁極に対向し、バックギャップ部において前記下部磁極に接触する上部磁極1と、上部磁極1と一部接触し、記録ギャップ層5を介して前記下部磁極に対向する磁極先端部3と、絶縁材を介して上部磁極1を取り囲むように螺旋状に、かつ、その一部が磁極先端部3と前記下部磁極とによって挟まれた記録ギャップ層5中を周回するよう巻回された磁極コイル2により構成する。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 下部シールド層と、共通シールド層と、前記下部シールド層と前記共通シールド層との間にギャップ絶縁層を介して設けられた磁気抵抗効果素子とを有する再生ヘッド部と、前記共通シールド層からなる下部磁極と、フロントギャップ部において記録ギャップ層を介して前記下部磁極に対向し、バックギャップ部において前記下部磁極に接触する上部磁極と、前記上部磁極と一部接触し、前記記録ギャップ層を介して前記下部磁極に対向する磁極先端部と、絶縁材を介して前記上部磁極を取り囲むように螺旋状に、かつ、その一部が前記磁極先端部と前記下部磁極とによって挟まれた前記記録ギャップ層中を周回するように巻回された磁極コイルとを有する記録ヘッド部とを備えた薄膜垂直磁気ヘッド。

【請求項2】 前記記録ギャップ層中を周回する前記磁極コイルの一部がエアベーリング面に露出した請求項1に記載の薄膜垂直磁気ヘッド。

【請求項3】 前記記録ギャップ層における前記磁極先端部と前記下部磁極との距離が $3\mu\text{m}$ 以上ある請求項1又は2に記載の薄膜垂直磁気ヘッド。

【請求項4】 前記下部磁極が軟磁性材料を用いて形成され、前記上部磁極が前記下部磁極と飽和磁束密度が同等かそれ以上の軟磁性材料を用いて形成された請求項1～3のいずれかにの薄膜垂直磁気ヘッド。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、磁気ディスク装置(HDD装置)等の磁気記録媒体に対して高密度の垂直磁気記録・再生を行う装置に適用される薄膜垂直磁気ヘッドに関する。

## 【0002】

【従来の技術】 近年、磁気ディスク装置(HDD装置)等の磁気記録媒体に対する記録において、処理速度の向上と記録容量の大容量化の必要性が増してきており、高記録密度化への取り組みが強化されつつある。

【0003】 以下、従来の薄膜垂直磁気ヘッドについて、図面を参照しながら説明する。

【0004】 図11は従来の薄膜垂直磁気ヘッドの構成を示す概略斜視図、図12は従来の薄膜垂直磁気ヘッドの記録ヘッド部の構成を示す概略断面図である。

【0005】 磁気ディスク装置における信号の磁気記録媒体への記録再生に用いられる薄膜垂直磁気ヘッドとしては、例えば、図11に示すようなわゆるMR(GMR)インダクティブ複合ヘッドと呼ばれているものが多い。

【0006】 図11に示すように、バーマロイ、Co系アモルファス磁性膜或いはFe系合金磁性膜等の軟磁性材料を用いて成膜された下部シールド層101の上には、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{AlN}$ 或いは $\text{SiO}_2$ 等の非磁性絶縁

2

材料を用いて下部ギャップ絶縁層102が成膜されている。また、下部ギャップ絶縁層102の上面には、磁気抵抗効果素子(以下『MR素子』という。)103が成膜されており、MR素子103の両側部にはCoPt合金等の材料を用いてハードバイアス層104、104が成膜されている。ハードバイアス層104、104の上面には、MR素子103の一部の上面にかかるようにして、Cu、Cr或いはTa等の材料を用いて電極リード層105、105が成膜されている。また、電極リード層105、105とMR素子103の露出した部分の上には、下部ギャップ絶縁層102と同様の非磁性絶縁材料を用いて上部ギャップ絶縁層106が成膜されている。さらに、上部ギャップ絶縁層106の上には、下部シールド層101と同様の軟磁性材料を用いて共通シールド層107が成膜されている。そして、以上により、再生ヘッド部108が構成されている。

【0007】 共通シールド層107の上面には、下部ギャップ絶縁層102と同様の非磁性材料を用いて記録ギャップ層109が成膜されており、記録ギャップ層109の上面には軟磁性材料を用いて上部磁極110が成膜されている。そして、これにより、記録ヘッド部111が構成されている。

【0008】 図12に示すように、上部磁極110は、記録ギャップ層109を介して共通シールド層107に対向した部分と異なる部分で共通シールド層107に接触して、バックギャップ部112を形成しており、バックギャップ部112で上部磁極110を周回するように磁極コイル113(図11参照)が巻回されている。尚、磁極コイル113は、絶縁材114によって上部磁極110及び共通シールド層107と絶縁されている。

【0009】 共通シールド層107は、再生ヘッド部108のシールド機能と記録ヘッド部111の下部磁極機能とを兼ね備えた機能を有している。そして、磁極コイル113に記録電流が供給されることにより、上部磁極110と共通シールド層107に記録磁界が発生し、記録ギャップ層109を介して対向する上部磁極110と共通シールド層107との間に漏洩磁束が発生して、磁気記録媒体に記録信号が記録される。また、信号が記録された磁気記録媒体の磁束が再生ヘッド部108によって再生され、MR素子103による抵抗変化に応じた再生信号が電極リード層105、105の端子(図示せず)を通して検出される。

【0010】 図13に、以上の薄膜垂直磁気ヘッドを用いて磁極コイル113に電流を印加したときの、上部磁極110の先端付近の磁界の流れを示す。図13に示すように、磁極コイル113から発生した磁界は、記録磁界130としてだけでなく、磁気記録媒体134への漏れ磁界131、共通シールド層107への漏れ磁界132、記録ギャップ層109を通過する磁界133として上部磁極110の先端付近では広がってしまう。

## 【0011】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記した従来の構成の薄膜垂直磁気ヘッドにおいては、記録ヘッド部111における磁極コイル113が、上部磁極110のバックギャップ部112において同一平面上にスパイラル状に上部磁極110を周回するように巻回されているので、上部磁極110中の磁束が磁極の先端を通過せずに、直接磁気記録媒体134へ漏れてしまう。このため、高記録磁界を発生させることができないという問題があった。また、同様に、上部磁極110中の磁束が磁極の先端を通過せず、共通シールド層107へ漏れてしまうため、高記録磁界を発生させることができないという問題があった。

【0012】本発明は、従来技術における前記課題を解決するためになされたものであり、磁極コイルに発生した磁束を効率良く磁極の先端に集中させることにより、強い記録磁界が得られ、高記録効率、高記録密度を実現することのできる薄膜垂直磁気ヘッドを提供することを目的とする。

## 【0013】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するため、本発明に係る薄膜垂直磁気ヘッドの構成は、下部シールド層と、共通シールド層と、前記下部シールド層と前記共通シールド層との間にギャップ絶縁層を介して設けられた磁気抵抗効果素子とを有する再生ヘッド部と、前記共通シールド層からなる下部磁極と、フロントギャップ部において記録ギャップ層を介して前記下部磁極に対向し、バックギャップ部において前記下部磁極に接触する上部磁極と、前記上部磁極と一部接触し、前記記録ギャップ層を介して前記下部磁極に対向する磁極先端部と、絶縁材を介して前記上部磁極を取り囲むように螺旋状に、かつ、その一部が前記磁極先端部と前記下部磁極とによって挟まれた前記記録ギャップ層中を周回するように巻回された磁極コイルとを有する記録ヘッド部とを備えたことを特徴とする。

【0014】この薄膜垂直磁気ヘッドの構成によれば、従来の上部磁極のバックギャップ部において同一平面上にスパイラル状に上部磁極を周回するように巻回された磁極コイルを用いる場合と比較して、絶縁材を介して上部磁極を取り囲むように螺旋状に、かつ、その一部が磁極先端部と下部磁極とによって挟まれた記録ギャップ層中を周回するように巻回された磁極コイルを用いることにより、上部磁極から磁気記録媒体や下部磁極への磁束の漏れが少なく、磁極先端部へ磁束が集中するため、強い記録磁界を得ることができる。すなわち、磁極コイルに発生した磁束を効率良く磁極先端部に集中させることができるので、強い記録磁界が得られ、高記録効率、高記録密度を実現することのできる薄膜垂直磁気ヘッドを提供することができる。

【0015】また、前記本発明の薄膜垂直磁気ヘッドの

構成においては、前記記録ギャップ層中を周回する前記磁極コイルの一部がエアベアリング面に露出しているのが好ましい。この好ましい例によれば、上部磁極から磁気記録媒体への磁束の漏れがさらに低減され、磁極先端部へ磁束が集中するため、強い記録磁界を得ることができる。

【0016】また、前記本発明の薄膜垂直磁気ヘッドの構成においては、前記記録ギャップ層における前記磁極先端部と前記下部磁極との距離が3μm以上あるのが好ましい。この好ましい例によれば、上部磁極から下部磁極への磁束の漏れがさらに低減され、磁極先端部へ磁束が集中するため、強い記録磁界を得ることができる。

【0017】また、前記本発明の薄膜垂直磁気ヘッドの構成においては、前記下部磁極が軟磁性材料を用いて形成され、前記上部磁極が前記下部磁極と飽和磁束密度が同等かそれ以上の軟磁性材料を用いて形成されているのが好ましい。

## 【0018】

【発明の実施の形態】以下、実施の形態を用いて本発明をさらに具体的に説明する。

【0019】図1は本発明の一実施の形態における薄膜垂直磁気ヘッドの構成を示す概略斜視図、図2は本発明の一実施の形態における薄膜垂直磁気ヘッドの記録ヘッド部の構成を示す概略断面図である。

【0020】図1に示すように、パーマロイ、Co系アモルファス磁性膜或いはFe系合金磁性膜等の軟磁性材料を用いて成膜された下部シールド層101の上には、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、AlN或いはSiO<sub>2</sub>等の非磁性絶縁材料を用いて下部ギャップ絶縁層102が成膜されている。さらに、下部ギャップ絶縁層102の上面には、磁気抵抗効果素子（以下『MR素子』という。）103が成膜されており、MR素子103の両側部にはCoPt合金等の材料を用いてハードバイアス層104、104が成膜されている。ハードバイアス層104、104の上面には、MR素子103の一部の上面にかかるようにして、Cu、Cr或いはTa等の材料を用いて電極リード層105、105が成膜されている。尚、電極リード層105、105は、MR素子103の一部の上面にかかるようにしないで、ハードバイアス層104、104の上面のみに成膜するようにしてもよい。また、電極リード層105、105とMR素子103の露出した部分の上には、下部ギャップ絶縁層102と同様の非磁性絶縁材料を用いて上部ギャップ絶縁層106が成膜されている。さらに、上部ギャップ絶縁層106の上には、下部シールド層101と同様の軟磁性材料を用いて共通シールド層（下部磁極）4が成膜されている。以上により、再生ヘッド部108が構成されている。

【0021】図3に示すように、従来の同一平面上にバックギャップ部27で上部磁極22をスパイラル状に周回して巻回された磁極コイル20は、図示した方向に磁

界21を発生させようとする。この場合、発生した磁界が、上部磁極22を通過し、磁極先端部26、磁気記録媒体25と渡ることにより、磁気記録媒体25に記録信号が記録されるのが望ましいが、磁極先端部26からの記録磁界23だけでなく、上部磁極22から直接磁気記録媒体25へ漏れてしまう磁界24も発生してしまう。従って、磁極先端部26からの記録磁界23を大きくするため、上部磁極22から直接磁気記録媒体25へ漏れてしまう磁界24を低減する必要がある。

【0022】そこで、本実施の形態の記録ヘッド部6は、図1、図2、図4に示すように、絶縁材を介して上部磁極1を取り囲むように螺旋状に磁極コイル2が巻かれ、上部磁極1を通過するような磁界31を発生させるように構成されている。ここで、上部磁極1は、共通シールド層4と飽和磁束密度が同等かそれ以上の軟磁性材料を用いて成膜されている。また、上部磁極1は、フロントギャップ部7において記録ギャップ層5を介して共通シールド層(下部磁極)4に対向し、バックギャップ部27において共通シールド層(下部磁極)4に接触している。また、上部磁極1の先端には、上部磁極1と共通シールド層4との間に位置するように磁極先端部3が設けられている。さらに、磁極コイル2の一部は、フロントギャップ部7において磁極先端部3と共にシールド層4とによって挟まれた記録ギャップ層5の間を周回するように巻回されている。

【0023】本実施の形態においては、記録ヘッド部6の構成として上記のような構成を採用したことにより、発生する磁界31は、磁極コイル2の中心、すなわち、上部磁極1を通過するように流れる。このため、上部磁極1から直接磁気記録媒体25へ漏れる磁界の発生が抑制され、磁界が磁極先端部3へ集中する。その結果、記録磁界32を大きくすることができるので、高密度な磁気記録を行うことが可能となる。

【0024】また、図5に示すように、上部磁極1を取り囲むように螺旋状に磁極コイル2を巻回することにより、上部磁極1の後方47から磁気記録媒体25へ直接漏れる磁界を低減することはできるが、このままでは、上部磁極1の前方45から磁気記録媒体25へ直接漏れる磁界を十分に低減することは困難である。従って、このままでは、十分な記録磁界32を確保することは困難である。それは、上部磁極1を取り囲むように螺旋状に巻回された磁極コイル2によって発生した磁界31が磁極先端部3付近でやはり広がり、上部磁極1の前方45から磁気記録媒体25へ直接漏れる磁界42が発生するからである。

【0025】そこで、本実施の形態においては、図6に示すように、上部磁極1を取り囲むように螺旋状に巻回される磁極コイル2の端面を、できるだけエアベーリング面53に近づけるようにした。この場合、磁極コイル2の端面とエアベーリング面53とが同一面となるのが

望ましい。以上のように構成することにより、磁極コイル2によって発生した磁界31は上部磁極1のみを通過するように流れ、上部磁極1から直接磁気記録媒体25へ漏れる磁界の発生が完全に抑制される。その結果、磁極先端部3から磁気記録媒体25に垂直に記録磁界32が発生する。従って、十分な記録磁界32を確保することが可能となり、さらに高密度な磁気記録を行うことが可能となる。

【0026】以上のことと確認するために、本発明者らは、電磁界シミュレーションを用いて解析を行った。図7に、その解析結果を示す。図7に示すように、磁極コイル2の端面をエアベーリング面53に接近させることにより、記録磁界32が急速に高まっていくことが分かる。

【0027】また、図8に示すように、上部磁極1を取り囲むように螺旋状に巻回された磁極コイル2によって発生する磁界のうち、上部磁極1、記録ギャップ層5、共通シールド層4のループを通過する磁界65が大きくなるに連れて、磁気記録媒体25への記録磁界32は小さくなってくる。従って、いかに磁界65を低減させるかが重要となる。

【0028】そこで、本実施の形態においては、図9に示すように、上部磁極1の先端部と共にシールド層4との距離を大きくとり、記録ギャップ層5を広げた。このように記録ギャップ層5を広げることにより、磁気抵抗が大きくなる。その結果、記録ギャップ層5を通過する磁界65が低減され、その分、磁気記録媒体25への記録磁界32が高まる。

【0029】以上のことと確認するために、本発明者らは、電磁界シミュレーションを用いて解析を行った。図10に、その解析結果を示す。図10に示すように、記録ギャップ層5の磁極先端部3と共にシールド層(下部磁極)4との間の距離(以下『ギャップ長』といふ。)が1μmの場合には、ギャップ長が長い場合に比べて記録磁界32が低く、また、起磁力を高めても記録磁界32が高くなることはない。このことは、上部磁極1と共にシールド層(下部磁極)4との間を直接渡る磁界が増加したことを意味している。図10より、ギャップ長が3μm以上の場合に記録磁界32がほぼ一定となるため、ギャップ長としては3μm以上が望ましいことが分かる。

【0030】以上のように、本実施の形態の構成によれば、従来の上部磁極のバックギャップ部において同一平面上にスパイラル状に上部磁極を周回するように巻回された磁極コイルを用いる場合と比較して、絶縁材を介して上部磁極1を取り囲むように螺旋状に、しかも、その一部が磁極先端部3と共にシールド層4とによって挟まれた記録ギャップ層5を周回するように巻回された磁極コイル2を用いることにより、上部磁極1から磁気記録媒体25や共通シールド層(下部磁極)4への磁束の

漏れが少なく、磁極先端部3へ磁束が集中するために、強い記録磁界32を得ることができる。すなわち、磁極コイル2に発生した磁束を効率良く磁極先端部3に集中させることができるので、強い記録磁界32が得られ、高記録効率、高記録密度を実現することのできる薄膜垂直磁気ヘッドを提供することができる。

【0031】また、磁極先端部3と共にシールド層（下部磁極）4とによって挟まれ記録ギャップ層5中を周回する磁極コイル2の一部がエアベアリング面53に露出するように構成することにより、上部磁極1から磁気記録媒体25への磁束の漏れがさらに低減され、磁極先端部3へ磁束が集中するため、強い記録磁界32を得ることができる。

【0032】また、記録ギャップ層5の磁極先端部3と共にシールド層（下部磁極）4との間の距離（ギャップ長）を3μm以上とすることにより、上部磁極1から共通シールド層（下部磁極）4への磁束の漏れがさらに低減され、磁極先端部3へ磁束が集中するため、強い記録磁界32を得ることができる。

【0033】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、磁極コイルに発生した磁束を効率良く磁極の先端に集中させることにより、強い記録磁界が得られ、高記録効率、高記録密度を実現することのできる薄膜垂直磁気ヘッドを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施における形態の薄膜垂直磁気ヘッドの構成を示す概略斜視図

【図2】本発明の一実施の形態における薄膜垂直磁気ヘッドの記録ヘッド部の構成を示す概略断面図

【図3】本発明の一実施の形態における薄膜垂直磁気ヘッドの記録ヘッド部から発生する磁界の状態の比較例を示す概略断面図

【図4】本発明の一実施の形態における薄膜垂直磁気ヘッドの記録ヘッド部から発生する磁界の状態を示す概略断面図

【図5】本発明の一実施の形態における薄膜垂直磁気ヘッドの記録ヘッド部から発生する磁界の状態の他の比較例を示す概略断面図

【図6】本発明の一実施の形態における薄膜垂直磁気ヘッドの記録ヘッド部から発生する磁界の状態の他の例を示す概略断面図

【図7】本発明の一実施の形態における薄膜垂直磁気ヘッドの記録ヘッド部から発生する記録磁界と、磁極コイルの端面とエアベアリング面との距離との関係を示す図

【図8】本発明の一実施の形態における薄膜垂直磁気ヘッドの記録ヘッド部から発生する磁界の状態のさらに他の比較例を示す概略断面図

【図9】本発明の一実施の形態における薄膜垂直磁気ヘッドの記録ヘッド部から発生する磁界の状態のさらに他の例を示す概略断面図

10 【図10】本発明の一実施の形態における薄膜垂直磁気ヘッドの記録ヘッド部から発生する記録磁界と記録ギャップの長さとの関係を示す図

【図11】従来の薄膜垂直磁気ヘッドの構成を示す概略斜視図

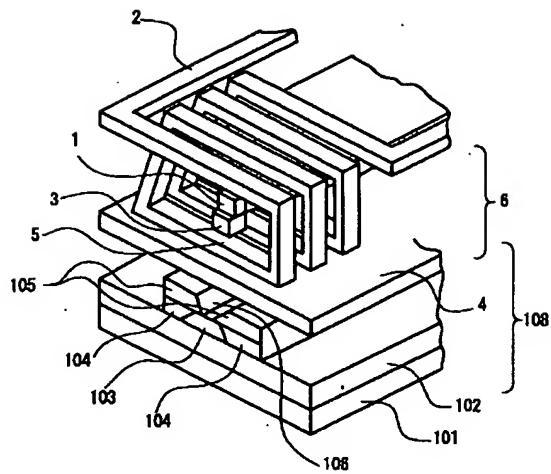
【図12】従来の薄膜垂直磁気ヘッドの記録ヘッド部の構成を示す概略断面図

【図13】従来の薄膜垂直磁気ヘッドの記録ヘッド部から発生する磁界の状態を示す概略断面図

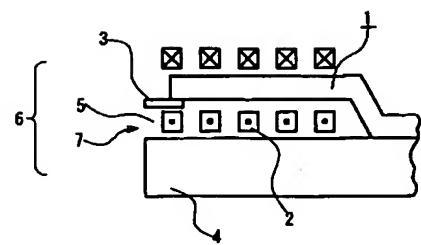
【符号の説明】

20	1 上部磁極
	2 磁極コイル
	3 磁極先端部
	4 共通シールド層
	5 記録ギャップ
	6 記録ヘッド部
	7 フロントギャップ部
	21、31 磁界
	24、42、65 漏れ磁界
	25 磁気記録媒体
30	27 バックギャップ部
	32 記録磁界
	45 上部磁極前方
	47 上部磁極後方
	53 エアベアリング面
	101 下部シールド層
	102 下部ギャップ絶縁層
	103 磁気抵抗効果素子（MR素子）
	104 ハードバイアス層
	105 電極リード層
40	106 上部ギャップ絶縁層
	108 再生ヘッド部

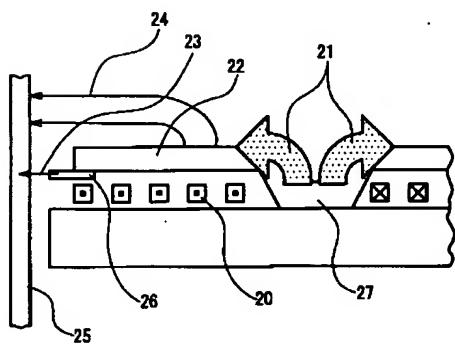
【図1】



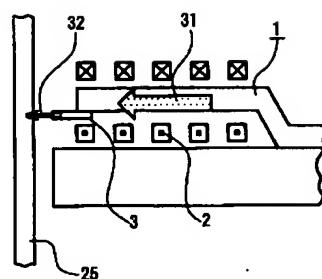
【図2】



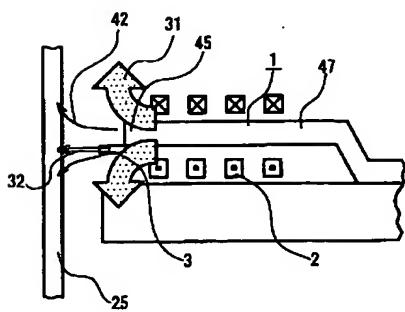
【図3】



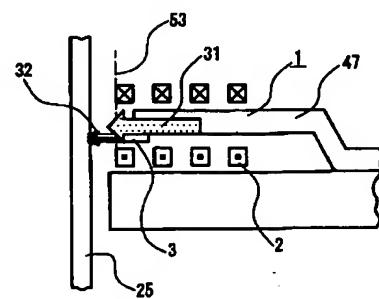
【図4】



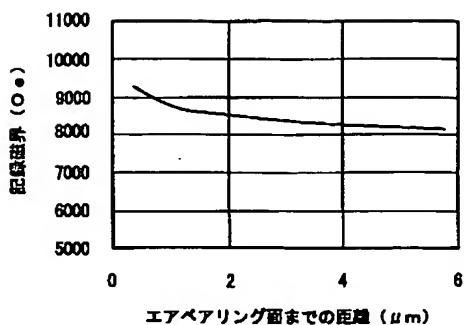
【図5】



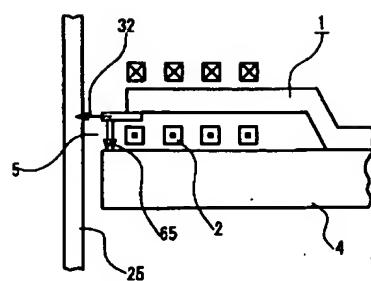
【図6】



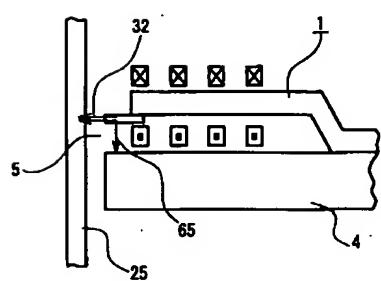
【図7】



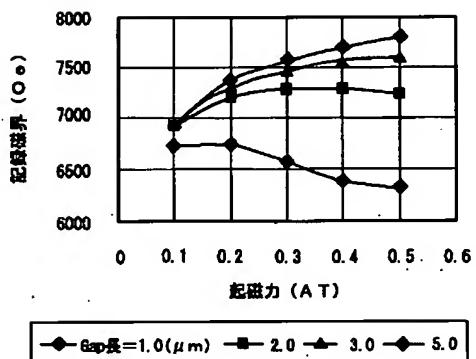
【図8】



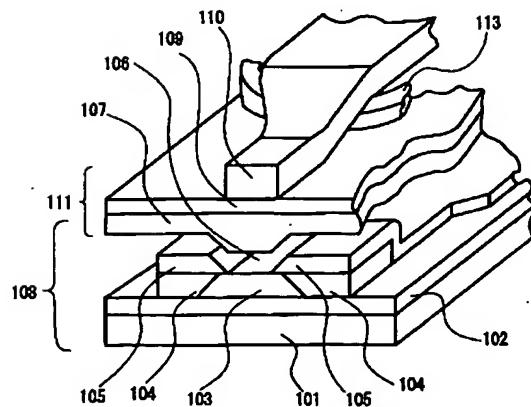
【図9】



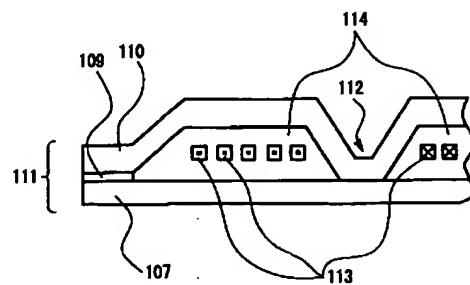
【図10】



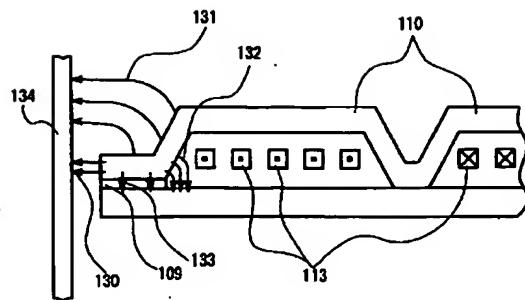
【図11】



【図12】



【図13】



---

フロントページの続き

(72)発明者 坂口 昌也  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

Fターム(参考) 5D033 AA01 AA05 BA02 BA32 BA35  
BB22 BB43 CA02  
5D034 AA02 BA02 BB01